ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ЛАТВИЙСКАЯ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

ТРУДЫ ЛСХА

Выпуск 252

ЛСХА
ЕЛГАВА 1988

УДК 629.114.2—192

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Повышение надежности сельскохозяйственной техники: Труды ЛСХА, 1988, вып. 252. — 102 с.

В сборник включены статьи, отражающие результаты исследований, проводимых согласно комплексной теме «Разработка и внедрение прогрессивных методов по повышению надежности гидроприводов и деталей сельскохозяйственных машин», в том числе способы повышения надежности гидроагрегатов и гидросистем путем диагностирования, способы установления технического состояния гидроагрегатов в период приработки. Описаны методы определения диагностических параметров, на основе которых разработаны элементы диагностических устройств. Дается оценка работоспособности отремонтированных гидроагрегатов.

Результаты исследований апробированы в лабораторных условиях и предложены для внедрения в производство.

Сборник предназначен для руководителей и специалистов сельскохозяйственного производства, преподавателей и студентов сельскохозяйственных вузов.

Илл. 37, табл. 19, список лит. — 52 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета от 08.07.87.



В. Ж. ФРЕЙМАНИС
(Кафедра ремонта машин и технологии металлов)

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ КОРРОЗИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В ЩЕЛОЧНЫХ СРЕДАХ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» сказано, что необходимо снизить удельный расход топлива тракторами и комбайнами на 3—5% и удельную металлоемкость изделий на 10—15% [1]. Одним из способов уменьшения массы машин является применение вместо тяжелых черных металлов более легких — алюминия и его сплавов [2].

Несмотря на то, что алюминий и его сплавы имеют довольно низкую удельную массу, в некоторых агрегатах детали, изготовленные из алюминиевых сплавов, достигают 10% [3]. За рубежом алюминий и его сплавы применяются чаще [4].

Алюминий и его сплавы чувствительны к кислым и щелочным средам [5]. Это хорошо видно на рисунке 1: наиболее сильно растворяет алюминий щелочная среда (правая сторона рис. 1), а среди проверенных алюминиевых образцов наиболее сильно подвергается коррозии технический алюминий. Это можно объяснить тем, что технический алюминий почти не имеет примесей.

Щелочные растворы наиболее часто применяют при обработке алюминиевых сплавов перед восстановлением [3, 5, 6], для снятия оксидной пленки и дефектного слоя. Оксидная пленка (естественная) и дефектный слой препятствуют качественному восстановлению изношенных деталей. С целью ускорения снятия оксидной пленки или дефектного слоя часто прибе-

В. П. ГУЛБИС, В. В. ПОТАНИН
(Кафедра тракторов и автомобилей)

НАДЕЖНОСТЬ ТРАКТОРА Т-150К В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Осуществляя принятую XXVII съездом КПСС программу ускорения социально-экономического развития страны, наша промышленность увеличивает поставку современных машин сельскому хозяйству. При этом большое внимание уделяется повышению надежности выпускаемых машин. За счет усовершенствования конструкции и организации производства на высоком техническом уровне моторесурс тракторных двигателей к настоящему времени доведен до 6 тыс. мч, а по некоторым маркам — до 8 (двигатель Д-240) и даже 10 тыс. мч (двигатель Д-65) [1]. Но это достигнуто в условиях нормальной эксплуатации, т. е. при соблюдении технического обслуживания и правил эксплуатации, установленных заводом-изготовителем.

Практика и наши исследования показывают, что в реальных условиях эксплуатации ресурс двигателя и трактора в целом в 2—3 раза меньше указанного. Это происходит по ряду причин, одной из которых является нарушение правил эксплуатации и хранения. Специфика сельскохозяйственного производства не дает равномерной загруженности трактора в течение года. В период посевных и уборочных работ нагрузка на трактора резко возрастает, и как раз в эти периоды регистрируется больше всего отказов (рис. 1).

С целью выявления фактических причин заниженной надежности двигателя и трактора и разработки рекомендаций по ее повышению в условиях реальной эксплуатации на кафедре тракторов и автомобилей проводится сбор и анализ информации о надежности тракторов, в том числе Т-150К. Для решения задач по оценке надежности тракторов собирают следующую информацию:

— о наработке и отказах тракторов;
— о простоях и использовании тракторов;
— о расходе запасных частей;
— о периодичности и полноте технического ухода.

Вся информация собирается в пяти базовых хозяйствах Елгавского района в соответствии с руководящими отраслевыми и методическими материалами [2, 3, 4]. В журнал наблюдений записывают исходные данные тракторов, вид работы, наработку (моточасы, эталонные гектары, расход топлива) нарастающим

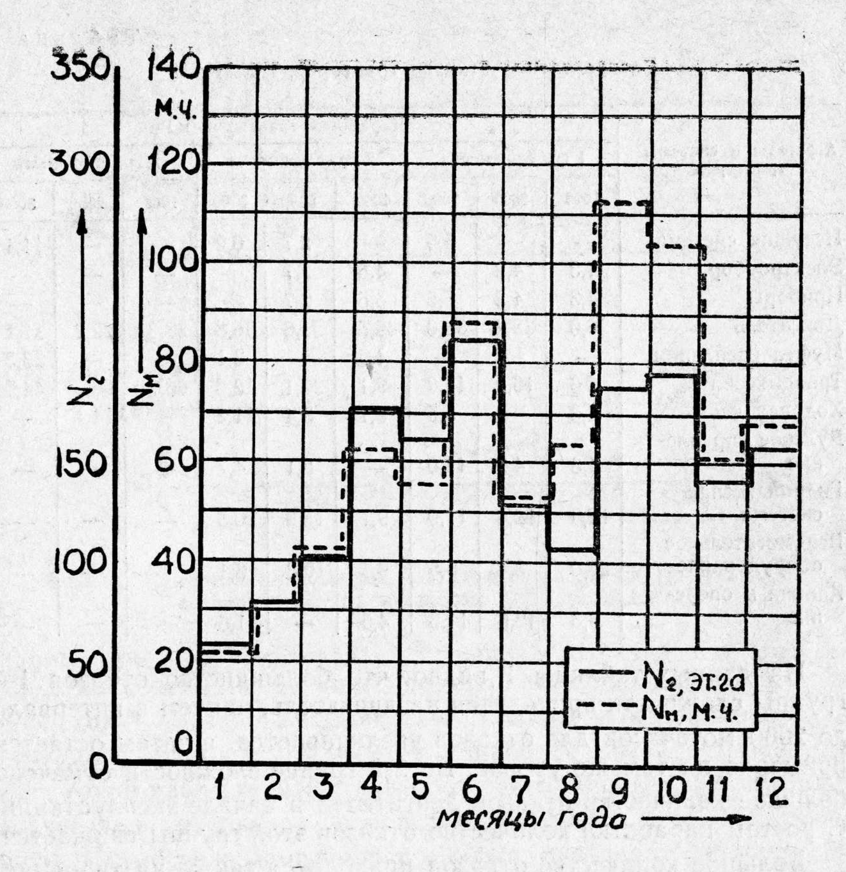


Рис. 1. Распределение загруженности тракторов в эталонных гектарах и моточасах по месяцам в течение года

итогом, регистрируют все случаи простоя трактора и выявляют их причины.

С учетом значительного рассеивания первичной информации важное значение имеет правильный выбор повторности информации (количество наблюдаемых тракторов). Ее недостаток может внести ошибку в результаты расчета показателей надежности, а избыток повторности экономически не выгоден. Для расчета показателей надежности было выбрано 11 тракторов, по которым за время наблюдений зарегистрировано 208 отказов. Наблюдения вели по плану *NRT* (ГОСТ 17510-72) до наработки 3000 моточасов, при этом фиксировались все отказы (табл. 1).

Таблица 1

Распределение отказов тракторов Т-150К, %

Агрегаты и системы тракторов	Наработка тракторов, м.-ч.								
	1 гр. сложности			2 гр. сложности			3 гр. сложности		
	1000	2000	3000	1000	2000	3000	1000	2000	3000
Несущая система	—	—	5,5	—	2,7	6,2	—	—	11,1
Электрообор.	4,3	4,2	—	4,5	2,7	—	—	—	—
Приборы	4,3	4,2	5,5	4,5	2,7	—	—	—	—
Двигатель	26,0	33,4	34,0	45,6	21,6	36,8	33,3	22,2	11,1
Муфта сцепления	—	—	—	4,5	—	3,1	—	—	33,3
Трансмиссия	8,6	16,4	11,0	9,1	27,1	12,6	66,7	66,7	44,5
Ходовая часть	4,3	—	5,5	9,1	5,4	11,2	—	11,1	—
Рулевое управление	4,3	4,2	11,0	—	8,1	4,7	—	—	—
Гидронавесная система	12,9	12,6	11,0	9,1	18,9	20,8	—	—	—
Вспомогательное оборудование	26,0	8,4	5,5	9,1	10,8	3,1	—	—	—
Кабина и оперение	8,3	12,6	11,0	4,5	—	1,6	—	—	—

Из данных таблицы 1 видно, что большинство отказов 1-й группы сложности приходится на двигатель, причем в интервале до 2000 моточасов для отказов увеличивается, а затем остается примерно на том же уровне. Во 2-й группе сложности отмечено большое количество отказов двигателей в начале эксплуатации. С ростом наработки количество отказов этой группы снижается.

Большое количество отказов приходится также на трансмиссию трактора, здесь преобладают отказы 3-й группы сложности. По остальным системам трактора основная масса отказов приходится на 1-ю и 2-ю группы сложности; наблюдается много отказов при наработке до 1000 моточасов, в основном 1-й группы сложности.

Динамика изменения количества отказов по группе наблюдаемых тракторов представлена на графике (рис. 2). Из графика видно, что наибольший поток отказов для всех тракторов наблюдается при наработке до 200 м.-ч. (в период обкатки и в начале работы): $50 \cdot 10^{-3}$ отказ/м.-ч. Возникновение максимальных величин параметров потока отказов в начальный период эксплуатации тракторов объясняется недостаточно высоким качеством сборки и изготовления узлов и деталей. Это подтверж-

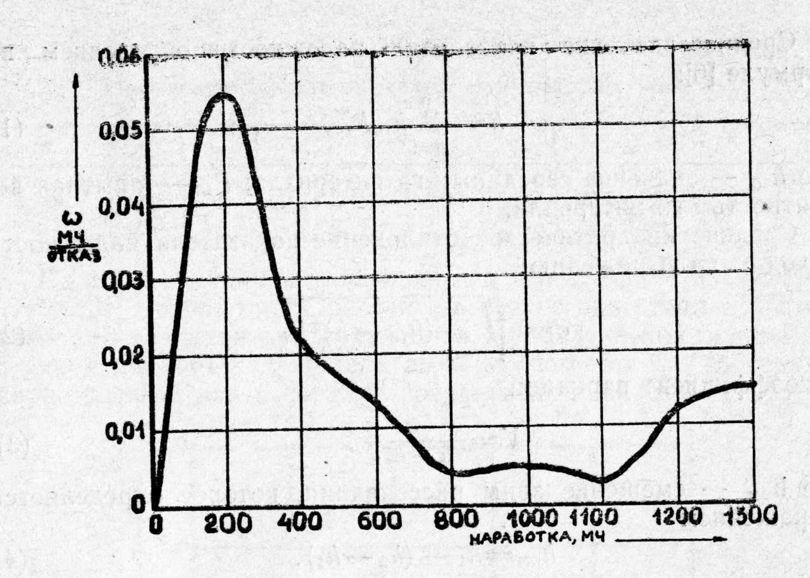


Рис. 2. Изменение параметра потока отказов $[W_{cp}(t)]$ тракторов в зависимости от наработки (T) в моточасах

дается тем, что подавляющее большинство отказов в этот период наработки носит чисто производственный характер, т. е. происходит по вине изготовителей либо из-за недостатков конструкции. По мере увеличения наработки поток отказов для всех групп наблюдаемых тракторов резко снижается и стабилизируется в интервалах наработки 800—1100 м.-ч. Цель работы — на основе полученных данных определить статистическим методом единичные показатели надежности, по которым в дальнейшем можно выявить наиболее слабые звенья трактора и разработать мероприятия по повышению надежности (табл. 2).

Таблица 2

Статистический ряд информации по отказам наблюдаемых тракторов Т-150К

Интервал наработки, м.-ч.	0 ... 200	200 ... 400	400 ... 600	600 ... 800	800 ... 1000	1000 ... 1100
Частота m_i	118	48	30	4	6	2
Опытная вероятность P_{ic}	0,57	0,23	0,14	0,02	0,03	0,01

Среднее значение показателя надежности определяем по формуле [6]:

$$h = \sum_{i=1}^{n} h_{ic} P_{ic}, \quad (1)$$

где h_{ic} — значение середины i-го интервала; P_{ic} — опытная вероятность i-го интервала.

Среднее квадратическое отклонение показателя надежности находим по выражению:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (h_{ic} - h)^2 P_i} \quad (2)$$

и коэффициент вариации

$$V = \frac{\sigma}{h - h_{см}}, \quad (3)$$

где $h_{см}$ — смещение зоны рассеивания, которое определяется выражением

$$h_{см} = h_1 - (h_2 - h_1). \quad (4)$$

Коэффициент вариации получился равным 0,874. Судя по величине этого коэффициента ($V > 0,5$), распределение отказов происходит по закону Вейбулла.

Для определения параметров закона распределения Вейбулла a и b, а также вспомогательных коэффициентов k_b и c_b находим коэффициент асимметрии S_b по формуле:

$$S_b = \frac{N^2}{(N-1)(N-2)\sigma^3} \sum_{i=1}^{n} (t_{ci} - t)^3 P_i. \quad (5)$$

Параметр b и вспомогательные коэффициенты k_b и c_b находим из таблиц [5], а параметр a рассчитываем по формуле:

$$a = \frac{\sigma}{c_b}. \quad (6)$$

Доверительные границы рассеивания среднего значения показателя надежности определяем по уравнениям:

$$h_н = (h - h_{см}) \sqrt[b]{r_3 + h_{см}}, \quad (7)$$

$$h_в = (h - h_{ем}) \sqrt[b]{r_1 + h_{см}}, \quad (8)$$

где r_1 и r_3 — коэффициенты Вейбулла по данным таблицы [5] при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$.

Относительную ошибку рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon = \frac{h_в - h}{h} \cdot 100. \quad (9)$$

Таблица 3

Значения показателей надежности тракторов Т-150К

h	σ	$h_{см}$	V	b	k_b	c_b	a	$h_н$	$h_в$	ε
248	215	2	0,874	1,15	0,95	0,83	259	224	276	11,2

Пользуясь данными, полученными в результате наблюдений (табл. 3), можно также рассчитать ресурс двигателя СМД-62 в условиях реальной эксплуатации в Прибалтийской зоне. Регистрируя наработку двигателя до ресурсного отказа, составляем вариационный ряд в порядке возрастания наработки (табл. 4).

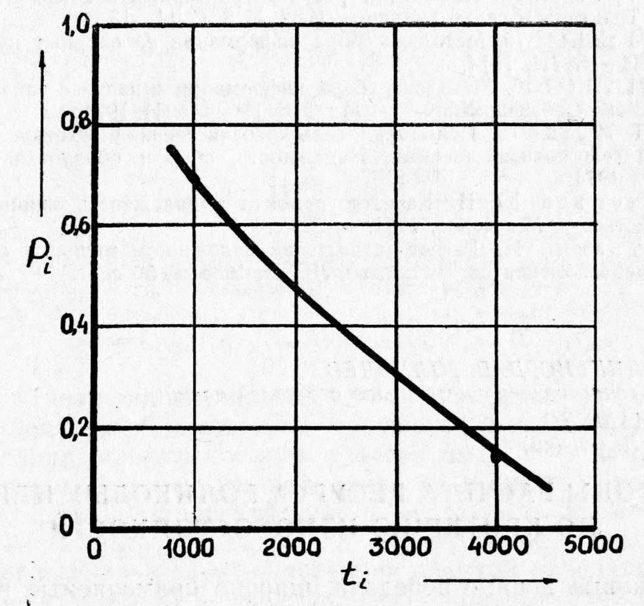


Рис. 3. Изменение вероятности безотказной работы (P) двигателя СМД-62 в зависимости от наработки (T) в моточасах

Таблица 4

Вариационный ряд ресурса двигателя СМД-62

Ресурс до отказа, м.-ч.	500	600	1183	1633	2153	2675	3687	4513
Вероятность безотказной работы	0,88	0,77	0,66	0,55	0,44	0,33	0,22	0,11

2*

По полученным данным (см. табл. 4) построена кривая изменения вероятности безотказной работы трактора Т-150К.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В результате статистической обработки получено среднее значение показателя надежности для трактора Т-150К, равное 248 моточасам, и с доверительной вероятностью $\alpha=0{,}95$ можно утверждать, что средняя наработка между отказами будет находиться в диапазоне от 224 до 276 моточасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Взоров Б. А. Повышение ресурса тракторных и комбайновых двигателей // Тракторы и сельхозмашины. 1982. № 8. С. 11—13.
2. РТМ 23.1.448-76. Методика сбора информации на опорных пунктах. — М.: ООНТИ—НАТИ, 1974.
3. РТМ 2:1.447-76. Методика сбора информации о расходе запасных частей при разовых обследованиях. — М.: ООНТИ—НАТИ, 1974.
4. ОСТ 70/23.2.8-73. Испытания сельскохозяйственной техники. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Надежность, сбор и обработка информации. — М., 1974.
5. Артемьев Ю. Н. Качество ремонта и надежность машин в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1981. — 239 с.
6. Бетъянис И. Расчет показателей надежности машин и отдельных конструктивных элементов. — Елгава, ЛСХА, 1985. — 36 с.

Г. А. УЗКЛИНГИС, В. В. ТОЛМАЧЕВ
(Кафедра сопротивления материалов и деталей машин)
И. А. ТОМАШУНС
(ЛГУ им. П. Стучки)

МЕТОДЫ РАСЧЕТА РЕСУРСА РОЛИКОВЫХ ЦЕПЕЙ ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Роликовые цепные передачи, широко применяемые в приводах сельскохозяйственных машин, работают, как правило, при периодической смазке и при наличии абразивного загрязнения, и поэтому ресурс цепи лимитируется износостойкостью шарниров. Открытые цепные передачи сельхозмашин характеризуются использованием звездочек с малым числом зубьев, наличием натяжных устройств, а также небольшими скоростями и нагрузками по сравнению с цепными передачами общего машиностроения. Работа сельскохозяйственных машин носит сезонный характер (30—50 дней по 10—15 ч), поэтому годовая наработка составляет 300—750 ч, и требуемый ресурс цепи при принятом восьмилетнем сроке службы — 2—6 тыс. ч, что значительно меньше, чем обычно применяется при расчетах ресурса цепи.

В настоящей работе рассмотрены основные методы расчета ресурса роликовых цепей по критерию износостойкости их шарниров. Ниже приведены расчетные формулы для определения ресурса цепи в часах по данному критерию [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9]:

$$L_{h1}=2{,}73\left(\frac{CK_N}{p\lambda}\right)^{\varepsilon}\frac{L_t}{v}\cdot\frac{z_2}{u+1}\cdot\frac{t}{\pi d}; \qquad (1)$$

$$L_{h2}=\frac{1}{7{,}2\cdot10^3}\cdot\frac{KK_N}{p\lambda}\cdot\frac{L_t}{v}\cdot\frac{z_2}{u+1}\cdot\frac{[\Delta t]\,t^2}{\pi dF_{оп}}; \qquad (2)$$

$$L_{h3}=0{,}87\left(\frac{CK_zY}{p}\right)\frac{L_t}{v}\cdot\frac{z_2}{u+1}\cdot\frac{t}{d}; \qquad (3)$$

$$L_{h4}=\frac{10^3\chi l t^2 z_2 L_t}{cv\zeta(P_1+2S_x)(u+1}\ (\text{при } z_2\leqslant50); \qquad (4)$$

$$L_{h5}=\frac{10^3[4\psi D-z_2(\Delta t_0+h)]\,ltL_t}{cv\zeta(P_1+2S_x)(u+1)}\ (\text{при } z_2>50); \qquad (4а)$$

$$L_{h6}=\Pi\,\frac{[\Delta t]\,k_c\sqrt{z_1}}{k_\gamma\,p}\sqrt[3]{\frac{uA_t}{v}}; \qquad (5)$$

$$L_{h7}=\frac{lL_t t z_2[\chi t-(\Delta t_0+h)]}{\zeta f K_{нв}\varepsilon c v^{1+y}(P_1+2S_x)^x(u+1)}; \qquad (6)$$

$$L_{h8}=L_t t[\Delta t]K_{см}K_{из}K_N K_{ск}/3600I_{ро}v\sum_{j=1}^{w+1}p_j s_j, \qquad (7)$$

где C — коэффициент износа; K_N — коэффициент мощности; u — передаточное число; z_1 — число зубьев ведущей звездочки; L_t — длина цепного контура в шагах цепи; t — номинальный шаг цепи, мм; p — удельная нагрузка в шарнире цепи, МПа; λ — коэффициент пути трения; v — скорость движения цепи, м/с; d — диаметр валика, мм; K — коэффициент удельного износа цепи, МПа·м; $F_{оп}$ — проекция опорной поверхности шарнира цепи, мм²; K_z — коэффициент скорости и числа зубьев звездочек; Y — динамический коэффициент понижения допустимой удельной нагрузки; χ —эмпирический коэффициент, зависящий от качества цепи; l — длина втулки, мм; c — коэффициент передачи; ζ — коэффициент износостойкости цепи, мм³·с/(Н·м); P_1 — рабочая нагрузка в ведущей ветви цепи, Н; S_x — натяжение холостой ветви с учетом провеса и действия центробежных сил, Н; ψ — коэффициент, которым ограничивается степень использования рабочего профиля зуба; D — диаметр ролика, мм; Δt_0 — математическое ожидание отклонения среднего шага новой цепи от номинала, % (мм); h — прирабо-